Beitrag zur Keimung

von

Uredineen- und Erysipheen-Sporen

in verschiedenen Nährmedien.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität

Erlangen.

Vorgelegt von

Friedrich Rauch

aus Rottweil a/N.

Göttingen.
Buchdruckerei von Louis Hofer.
1895.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535724_0126

Seinen guten Eltern

in Liebe und Dankbarkeit gewidmet

vom

Verfasser.

Vorliegende Untersuchungen wurden im botanischen Institut zu Erlangen ausgeführt. Für die vielfache Anregung und Unterstützung, die mir im Laufe derselben durch meinen hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Reess, zu teil wurde, sei es mir gestattet, demselben an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Einleitung.

Keimversuche mit Uredineensporen wurden von andrer Seite schon sehr häufig ausgeführt, jedoch meist nur gelegentlich und fast immer in Wasser. Deshalb dürfte eine zusammenfassende Untersuchung von solchen über ihre Keimung sowohl in Wasser, als auch in künstlichen Nährmedien wohl berechtigt und von einigem Interesse sein.

Die Uredineen sind bekanntlich eine Unterabteilung der Basidiomycetes, deren Angehörige lauter parasitisch auf gewissen Phanerogamen und Farnen lebende Pilze sind. Ihre Fortpflanzung in der Natur selbst geschieht dadurch, dass die Sporen derselben auf die Blattoberfläche resp. Unterfläche fallen und, wenn sie die nötigen Bedingungen (Wärme und Feuchtigkeit) finden, anfangen zu keimen und ihre Mycelschläuche durch die Spaltöffnungen in's Innere des Blattes, hauptsächlich zwischen die Interzellularräume hineintreiben. Selbst ins Innere der Zellen senden sie kleine kurze Abzweigungen der Mycelfäden, die von de Bary als Haustorien erkannt worden sind. Nach einiger Zeit werden dicht unter der Epidermis die Mycelfäden so zahlreich, dass dieselbe durchbrochen wird und es treten dann die sogen. Aecidien meist als becherartige Einsenkungen, die bis in das Parenchymgewebe hineinreichen, hervor. In diese nun schnüren sich die Aecidiosporen perlschnurartig an den Hyphenenden ab, die dann direkt keimungsfähig sind.

Ausser diesen Aecidiosporen verfügen die Uredineen noch über zwei weitere Arten, die Uredosporen und Teleutosporen, letztere auch Wintersporen genannt; in

den meisten Fällen treten diese beide Arten zusammen und zeitlich etwas später auf als die Aecidiosporen; doch können die Uredo- wie Teleuto-Sporen getrennt reine Uredolager und Teleutosporenlager bilden. Lässt man die Uredosporen auf der Wirthspflanze keimen, so entwickeln sich ebenso wie bei den Aecidiosporen Mycelschläuche, die durch die Spaltöffnungen in die Blätter eindringen und dieselben inficieren; Teleutosporen dagegen bilden zuerst ein Promycel, an welchem sich dann die Sporidien abschnüren und diese keimen zu Mycelfäden aus, die zu Aecidien zusammentreten.

Die Zeitfolge, in der die verschiedenen Sporenformen auftreten, ist bei den Uredineen gewöhnlich folgende: Im Frühjahr kommen zuerst die Aecidien von den Spermogonien (s. unten) begleitet, ein bis zwei Monate später erscheinen die Uredosporen und im Herbste, teilweise noch gleichzeitig mit den Uredosporen die Teleutosporen, die in der Natur in der Regel eine Ruhepause durchmachen, um im Frühjahr wieder zu keimen und den Pilz fortzupflanzen.

Bemerkenswert bei den Uredineen ist, dass die verschiedenen Sporenformen ein und desselben Pilzes nicht immer auf derselben Wirthspflanze vorkommen, so dass die Aecidien und Spermogonien auf der einen, die Uredosporen und die Teleutosporen auf einer anderen Pflanze erscheinen (z. B. Coleospor. Senecionis. Puccinia Graminis etc.) und man spricht deshalb von heteröcischen und autöcischen Uredineen.

Es waren oben die Spermogonien genannt. Es sind dies Gebilde, die krugförmig eingesenkt sind und aus ineinandergeflochtenen Hyphenfäden bestehen, welche im Innern zusammenlaufen und die sogen. Spermatien abschnüren. Was diese letzteren betrifft, so ist in einzelnen Fällen Keimungsfähigkeit nachgewiesen worden, doch ihre Entwickelung und Thätigkeit bei der Infektion kennt man noch nicht genau. Es sei mir gestattet, dass ich die Worte anführe, die Brefeld

(Heft VIII, „Die Chlamydosporen der Uredineen“) diesbezüglich erwähnt: „Trennen wir die drei Fruchtformen (Aecidio-, Uredo- und Teleutosporen) als Chlamydosporen, so bleiben nur noch Conidien in zwei Formen übrig, in Spermogonien mit Spermatien und in Promycelien mit Sporidien.“ Ferner sagt er: „Die Spermatien in den kleinen Fruchtanlagen der Spermogonien sind die einfachen Conidien, die auf langen Sterigmen die Sporen erzeugenden horizontal geteilten, meist typisch viersporigen Basidien dieser Familie.“

Untersuchungsmethode.

Da das zu untersuchende Material mikroskopisch klein ist, und die angewandten Nährlösungen nur zu leicht von Bacterien und Schimmelpilzen heimgesucht werden, welche den Kulturen resp. Aussaaten äusserst hinderlich sind, sogar dieselben zerstören, so ist es von besonderer Wichtigkeit und von grossem Vorteil, eine Untersuchungsmethode zu haben, mit deren Hilfe man imstande ist die Eindringlinge von Anfang an fernzuhalten. Ein solches System zeigte und beschrieb in schönster und ausführlichster Weise Brefeld (IV. Heft, Botan. Untersuchungen über Schimmelpilze) unter der Ueberschrift „Culturmethoden zur Untersuchung der Pilze“. Wenn das vorgeschriebene Ausglühen der Instrumente, insbesondere das Sterilisieren der Glasplatten, Gefässe, in denen die Aussaaten geschehen, ferner selbstverständlich auch die Sterilisation aller Nährflüssigkeiten, deren man sich bedient, die Arbeit aufzuhalten scheint, so ist dies wirklich blos scheinbar und absolut keine verlorene Zeit und Mühe, und man wird sich durch den sicheren Erfolg bei wirklich reifem und keimfähigem Sporenmaterial reichlich entschädigt finden. Unterlässt man diese Vorsichtsmassregel oder besorgt sie nicht mit der nötigen Sorgfalt, so keimen die Sporen zwar auch und wachsen anfangs d. h. am ersten und zweiten Tage ebenso rasch, doch bald darauf

haben Bacterien und Schimmelpilze sich in so grossen Mengen eingestellt, dass das Wachstum der ausgesäten Sporen und wachsenden Keimschläuche zunächst stark beeinträchtigt wird und sie schliesslich zum Absterben gebracht werden.

Zur Beobachtung der Keimung wandte ich die übersichtliche Untersuchung im hängenden Tropfen an und zwar wählte ich einen sehr einfachen Apparat, den ich mir auf folgende Weise konstruierte: Auf einen gewöhnlichen Objektträger wurde mittelst etwas Canadabalsam eine mit einem runden Ausschnitt versehene Glasplatte fixiert, deren Innenhöhle eine Zirkulation mit der atmosphär. Luft gestattete, was durch einfaches Durchfeilen einer Seitenwand sehr leicht zu bewerkstelligen war. Hierauf legte man das Deckgläschen, das die zum Keimen ausgesäten Sporen im hängenden Tropfen enthielt, darüber Das Ganze brachte man unter eine Glasglocke, die in Wasser eintauchte. Einen ähnlichen Apparat beschrieb schon Herm. Hoffmann (Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik 1860) in einer Arbeit über Keimung der Pilzsporen, doch benützte dieser statt der durchbohrten Glasplatte eine durchstochene Pappscheibe von der Grösse eines Objektträgers. Diese liess er eine halbe Stunde lang in Wasser aufquellen, legte sie auf einen Objektträger und die Sporen wurden auf einen zweiten Objektträger in die Mitte ausgesät und nach Befeuchtung umgekehrt auf den nassen Rahmen gelegt, so dass die Sporen in die Lücke zu liegen kamen. Auch in diesem Apparate keimten die Sporen sehr rasch, doch hatte derselbe den Nachteil, dass man ihn nicht, wie oben angeführt, vollständig sterilisieren konnte, weshalb es auch nicht möglich war, die Sporenaussaat längere Zeit von Bacterien- und Schimmelpilzinvasionen zu schützen und den Entwicklungsgang ununterbrochen zu beobachten. Wohl umgab Herm. Hoffmanu die zur Keimung auf seinem

Apparate bestimmten Pilzsporen mit einem Ring aus $CuSO_4$-Lösung jedoch, wie er selbst zugesteht, ohne besonderen Erfolg. Es ist dies sehr erklärlich, wenn man bedenkt, dass die Sporen des Schimmels meist mit den anderen Sporen selbst eingeschleppt werden.

Ich versuchte die Keimung auch mit anderen Apparaten, die den freien Luftzutritt nicht gestatteten, jedoch fand ich, dass darin die meisten Aecidio-, Uredo- und Teleutosporen nicht so gut keimten; auf dem Objektträger allein unter dem Deckgläschen ausgesät, zeigten die Mycelfäden stets das Bestreben, unter ihm hervor an die Luft zu gelangen. Es muss ferner die Aussaat so geschehen, dass nur einzelne Sporen auf einmal ausgesät werden; wohl keimen die Sporen, wenn sie in Massen beisammen sind, weit besser als einzelne, jedoch ist bei solchen „Massenaussaaten" nicht zu einem sicheren Resultate zu gelangen, da die Mycelfäden dermassen durcheinander wachsen, dass es unmöglich ist, die einzelnen Individuen zu verfolgen.

Sehr häufig und mit gutem Erfolge (insbesondere bei Teleutosporen) legte ich statt einzelner Sporen, feine Querschnitte durch ein Sporenlager in den hängenden Tropfen oder in die feuchte Kammer zur Beobachtung des Wachstums der darauf befindlichen Sporen; diese Schnitte wurden vorher öfters mit sterilisiertem Wasser abgewaschen und nach mehrstündigem Liegen darin oder, sobald sich bei den Sporen ein Anfang zum Keimen zeigte, in einen hängenden Tropfen der betr. Nährlösung übergesetzt. Als sehr günstige und ergiebige Nährmedien für meine Zwecke fand ich stets Lösungen von Traubenzucker, Mistabkochungen, auch Abkochungen des Substrats der betr. Pilze, doch durften die eben genannten Lösungen nicht stark sauer sein. Als beste saprophytische Nahrung schien jedoch Wasser zu sein, in welchem

Blätter, die vom Pilze stark befallen waren, einige Zeit lang gelegen. Ich versuchte auch verschiedene andere Lösungen, wie Most, Pepsin, Pepton, Malz, Fleischextrakt etc. jedoch teils mit schlechterem Erfolg, teils mit einem Erfolg, der jedenfalls den bei Anwendung obiger Lösungen erhaltenen nicht übertraf.

Spezielle Untersuchungen.

Aecidium Ficariae.

Eine Uredinee auf den Blättern und Blattstielen von Ranunculus Ficariae, deren Aecidien schüsselförmige Gruppen bilden, in denen sie dichtgedrängt auf der Blattunterseite sitzen, die Spermogonien dagegen kaum mit blossem Auge sichtbare Einsenkungen in die Oberseite der Blätter darstellen, aus denen sogen. Paraphysen büschelförmig über die Epidermis hervorragen. Die Aecidiosporen, die ich zur Aussaat gewann, sind rund und perlschnurartig resp. kettenartig zusammenhängend, von körnigem orangerotem Inhalt und Farbe sowie einem Durchmesser von 16—20 mm. Ihr äusserer Rand ist ganz wenig höckerig.

Keimung in Wasser:

Eine Anzahl von Sporen in Wasser gelegt, zeigten erst nach einigen Tagen kleine Anfänge zur Keimung und starben bald ab. (S. Tafel Fig. 1 und 2.)

Keimung in Mistdekokt:

Hierin begann eine wesentliche Veränderung des Sporeninhaltes bereits nach 5 Stunden, indem der sonst gleichmässig körnige Inhalt sich zu grösseren orangegelben Tropfen absonderte und an der Peripherie mehrfach kleine Höcker entstanden (S. Tafel, Fig. 3). Selbst die runde Gestalt der Sporen veränderte sich und ging teilweise in längliche sogar eckige Gestalt über. 6 Stunden später waren die Mycelschläuche

bereits ausgetreten als verhältnismässig dicke Auswüchse, welche nach weiteren 12 Stunden eine Länge zeigten, die das 6 bis 8fache der Spore selbst ausmachte. (S. Tafel Fig. 4).

Obwohl die Sporen anfangs den Anschein hatten, an mehreren Stellen Mycelschläuche treiben zu wollen, so kam doch nie mehr als ein einziger Schlauch zum Vorschein. Derselbe zeigte stets ungefähr die Hälfte der Dicke der Spore selbst. Ihr Inhalt (d. Spore) wanderte ganz oder teilweise in den Mycelschlauch über.

Keimung in 2% Zuckerlösung:

Aehnlich wie in Mistlösung verlief die Keimung in 2% Zuckerlösung. Auch hier wuchsen einfache, grosse, unverzweigte Mycelschläuche aus, die allerdings um mehr als das doppelte länger wurden als in ersterer Lösung. (S. Tafel Fig. 5). Die Schläuche blieben auch hierin einfach und unverzweigt und waren von derselben Dicke wie die im Mistdekokt. Ein Unterschied war im Verhalten des Farbstoffes zu konstatieren, der sich schon nach mehrstündigem Liegen in Zuckerlösung verlor, so dass der Sporeninhalt fast farblos erschien.

Keimung in Abkochung von Ranunc. Ficariae:

In der Abkochung von Blättern der Wirtpflanze keimten die Sporen anfangs ebenso wie in den schon angeführten Medien, doch teilten sich die ziemlich kurzen Mycelfäden (wenigstens in vielen Fällen) gabelig, so dass sowohl einfache als gabelig verzweigte Mycelschläuche auf demselben Bilde zu sehen waren. Noch mehr als in Zucker- und Mistlösung zeigten sich hier Anfänge zu zahlreicheren Auswüchsen von Mycelfäden, doch blieb es stets bei Anfängen und wuchs stets nur einer aus. (S. Tafel Fig. 6).

Coleosporium Senecionis.

Coleosp. Senecionis ist ein heteröcischer Pilz, der bekanntlich seine Uredo- und Teleutosporen auf verschiedenen Senecio-Arten, seine Aecidienform und Spermogonien (Peridermium Pini acicola) auf der Kiefer entwickelt.

Keimung in Wasser:

Ein schönes Exemplar einer ca. 8 bis 10jährigen Kiefer, deren Rinde von diesem Pilze gänzlich durchsetzt war und aus welcher die blasenförmigen Aecidien heraustraten, fand ich in der Nähe Erlangens in einem jungen Kiefernstand.

Die in Wasser ausgesäten Sporen zeigten nach 36 Stunden noch keine Keimung und selbst nach mehreren Tagen war nur eine schwache Keimung eingetreten.

Keimung in Mistdekokt:

Zeigte ebenfalls kein Resultat.

Keimung in 2% Zuckerlösung:

Hierin fand allerdings auch erst nach 42 Stunden eine Keimung statt, die Mycelschläuche blieben ziemlich kurz und zeigten an ihrem Ende einen Anfang zur Verzweigung. Ausser diesen Lösungen versuchte ich noch solche von Malzextrakt, Fleischextrakt, Pepsin, Pepton etc., doch ohne Erfolg.

In diesem Falle nehme ich an, dass das schlechte Resultat der Keimung darauf zurückzuführen ist, dass die Sporen schon sehr lange in den Aecidien gelegen hatten und bereits in überreifem Zustande und zu alt zum Versuche kamen.

Anschliessend hieran sei es mir gestattet, die Untersuchungen über die Keimung der Teleutosporen

von Coleospor. Senecionis, die ich in grosser Menge auf den Blättern und Stengeln von Senecio silvaticus gefunden, anzuführen. Auf dieser Pflanze treten die Uredo- und Teleutosporen in kolossalen Mengen als gelb- bis blut-rote Häufchen auf, welche oft die ganze Unterseite der Blätter überziehen.

Die Teleutosporen bestehen aus 4 übereinanderstehender Zellen, die an den Querwänden etwas eingeschnürt sind. Die ersten Keimversuche machte ich, indem ich einzelne Teleutosporen aus dem Lager lostrennte und im hängenden Tropfen in verschiedenen Lösungen aussäte, doch war das Resultat kein befriedigendes und schienen sie auf diese Weise nicht die genügenden Keimungsbedingungen zu finden.

Deshalb versuchte ich, feine Querschnitte zu machen, auf denen man die einzelnen Teleutosporen genau beobachten konnte, und legte diese, nach öfterem Abwaschen in sterilem Wasser, in solches.

Keimung in Wasser:

In diesem allein wuchsen die Teleutosporen wohl aus, doch erzeugten sie ein kurzes Promycel und schnürten nach ca. 22 Stunden Sporidien ab.

Legte man aber die Blattquerschnitte mit den darauf befindlichen Teleutosporen in Wasser, in welchem sich stark inficierte Blätter von Senecio silv. befanden, so trieben dieselben schon nach 8 bis 10 Stunden mächtige Schläuche (s. Tafel Fig. 10), welche nach 12 bis 14 Stunden teilweise die 13 bis 18fache Länge der Teleutosporen erreicht hatten. Anfangs sah man nur die oberste oder noch die zweite der 4 Zellen auswachsen (s. Tafel Fig. 11), doch folgten die andern bald nach, so dass man Schnitte sehen konnte, an welchen gleichzeitig Teleutosporen waren, an denen eine, zwei, drei und vier Zellen ausgekeimt waren. 15 Stunden nach dem Einlegen in Wasser mit

infic. Blättern, oft auch schon früher, zeigte sich eine Verjüngung des untern Mycelendes und schliesslich eine Abschnürung einer Sporidie. (S. Tafel Fig. 10 sp.)

Keimung in Zuckerlösung und Keimung in Mistdekokt.

Den Verlauf der Keimung in diesen beiden Lösungen halte ich hier deshalb für überflüssig zu beschreiben, weil sowohl die Art und Weise, die Raschheit der Keimung, sowie die Formen, die dabei auftraten, so gut wie gar keine Differenz von der eben beschriebenen gegeben haben.

Die Sporidien blieben nur kurze Zeit an dem fädlichen Promyceende sitzen und trennten sich alsbald ab. Ich machte den Versuch und legte mehrere inficierte Blätter ganz in 2%ige Zuckerlösung. Es entstand eine so massenhafte Abschnürung von Sporidien, dass sich dieselben zusammen vereinigten und kahmartig an der Oberfläche der Lösung aufschwammen. Auch die Sporidien erwiesen sich als direkt keimungsfähig. Man nahm eine Platindrahtöse voll heraus, verteilte sie auf einige ccm sterilisiertes Wasser und säte sie in verschiedene Nährlösungen aus.

Keimung in Wasser:

In Wasser trieben sie nur einen einzigen Mycelfaden, obwohl auch hier Ansätze zu mehreren deutlich zu erkennen waren. Bei einer Anzahl blieb derselbe kurz oder er krümmte sich, bei andern war er länger (6 bis 10fache der Sporidie) (s. Tafel Fig. 12), wieder bei anderen gabelte er sich am Ende aus. Einzelne zeigten auch die Bildung einer von Tavel. (bei Puccin. Graminis) sogen. Sekundärspore, welche als blasenartige, farblose und lichtbrechende Anschwellung, gewöhnlich etwas grösser als die Sporidie selbst dem Mycelschlauch anhieng. Der Inhalt der Sporidie trat

ebenso, wie bei der Keimung von Aecidio- und Teleutosporen meist vollständig in den Mycelschlauch über und legte sich teils in der Mitte, teils am Ende desselben fest.

Keimung in 2% Zuckerlösung:

Die Aussaat in Kandiszuckerlösung zeigte ein etwas anderes Bild. Hier waren die Mycelfäden meistens verzweigt (s. Tafel Fig. 13) und weit dicker geworden als in Wasser allein, und es verschwand der orangerote Farbstoff (allerdings bei wenigen) fast gänzlich, während er bei andern in demselben Praeparat beibehalten wurde.

Keimung in Mistdekokt:

Ganz ähnliche Formen wie bei Zuckerlösung.

Keimung in anderen Nährmedien:

In Dextrinlösung (0,5%) wurde bei allen ausgesäten Sporidien der Farbstoff entfärbt und blieben die Mycelschläuche schwächer und dünner als in Zucker- oder Mistlösung.

In Pepsinlösung (0,5%) fand gar kein Wachstum statt.

In Peptonlösung (0,5%) liessen die Sporidien ein deutliches Wachstum erkennen und erschienen alle schon bis jetzt beschriebenen Formen. Eine theilweise Verfärbung des orangerothen Farbstoffes wurde ebenfalls bemerkt.

Bemerkung. In der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (III 5. Heft) veröffentlichte Dietel einen Aufsatz, in dem er unter Anderem angiebt, dass die Teleutosporen von Coleosp. Senecionis eine längere Ruhepause durchzumachen hätten, bis sie zur Keimung gelangten.

Es dürfte diese Angabe wohl unrichtig sein, da ich meine sämmtlichen oben angeführten Versuche, wie schon erwähnt, an frisch gesammelten Material gemacht habe, und die Teleutosporen es waren, die mir durch

ihre rasche, sofortige Keimung die Arbeit sehr erleichterten. Allerdings gebe ich zu, dass auf einem Lager nicht alle Teleutosporen auskeimen, sondern die Keimungsfähigkeit sogar an verschiedenen Stellen des einen Lagers eine verschiedene sein kann.

So z. B. hatte ich Querschnitte durch ein inficirtes Blatt auf welchem ca. 50 bis 60 % der darauf befindlichen Teleutosporen zur Keimung gelangten, während auf einem andern Schnitte desselben Blattes vielleicht etwa 10 — 15 % auskeimten: Aufgehört hatte die Keimung an den von mir gesammelten Exemplaren erst nach 6—8 Wochen langem Aufbewahren, wobei eine vollständige Eintrocknung der Sporen stattfand.

Coleosporium Campanulae (Leveillé)

(Syn: Uredo Campanulae Persoon.)

Im Monate August fand ich Exemplare von Campanula Trachelium im botanischen Garten, deren Blätter auf der Unterseite mit Uredo- und Teleutosporen von Col. Camp. so sehr besetzt waren, dass sie ganz gelb- bis blutrot erschienen. Zur Aussat benutzte ich die Teleutosporen. Dieselben sind nach Cohn bis zu 100 μ. hoch und 16 — 20 μ. breit und bestehen aus vier übereinanderstehenden Zellen mit verhältnismässig dicker Membran. Die zur Keimung angewendete Methode war dieselbe, wie sie oben bei Coleosp. Senecionis beschrieben wurde.

Keimung in Wasser:

Nach 12 Stunden waren an sehr kurzem, dünnem, fast fädlichem Promycel Sporidien abgeschnürt. Die Promycelfäden gingen meistens nur von den zwei obersten Zellen aus, selten waren alle vier ausgekeimt.

Keimmung in 2 % Zuckerlösung:

Anders als im Wasser war hier die Keimung, worin sie ohnedies auch rascher vor sich ging. Analog der Keimung von Col. Senec: wuchsen statt eines

kurzen Promycels lange Fäden aus, deren Länge oft das 10—18fache der Teleutosporen selbst betrug, an deren Ende die Sporidie sass. Die Art der Keimung ist genau dieselbe wie bei Col. Senec., nur ist das Mycel dünner und zarter und die Sporidien kleiner.

Keimung in Wasser mit infic. Blättern:

Hier zeigten sich genau dieselben Formen, wie in Nährlösungen mit Zucker und Mist.

Die Keimung der Sporidien wurden ebenfalls in Wasser sowohl als in verschiedenen Nährlösungen ausgeführt und zeigten in allen diesen Flüssigkeiten nie grosse Differenzen in der Form der Keimung. Am besten und stärksten wuchsen sie in Zuckerlösung, wovon ich einige mit abgeschnürter Sporidie auf der Tafel Figuren 7—9 wiedergegeben habe.

Im Monate November fand ich noch Exemplare von infic. Campanula Trachel. Dieselben hatten wiederholt kalte Nächte durchgemacht, in denen das Thermometer bis zu 4° C. unter Null gesunken war, so dass mir eine Keimung der Teleutosporen zweifelhaft erschien. Doch ich hatte mich getäuscht, denn sie keimten, allerdings etwas langsamer, doch in denselben Formen wie die im August untersuchten. Teilweise hatten sie schon im Freien, jedenfalls in Folge der andauernden Feuchtigkeit Spordien abgeschnürt. Auch zeigten einzelne Teleutosporen Anfänge zum Keimen, d. h es hatten sich schon ganz kurze Mycelfäden gebildet. Bemerkenswerth ist, dass gerade diese in Nährlösungen nicht mehr weiter wuchsen sondern sofort abstarben. Einige Wochen später, nachdem die Kälte einige Zeit hindurch angedauert hatte, zeigte eine weitere Untersuchung, dass sie ihre Keimfähigkei verloren hatten. Der orangerote Inhalt, der früher die 4 Zellen der Teleutosporen ganz ausgefüllt hatte, war zusammengeschrumpft, nach der Mitte gezogen und zeigte weder in Wasser noch in Nährlösungen rgend welche Veränderungen.

Phragmidium carbonarium.

Die Sporen dieses Pilzes waren den Aecidien entnommen, welche derselbe auf Sanguisorba officin. treibt. Sie sind rundlich, mit orangegelbem Inhalte.

Keimung in Wasser:

Gar keine Veränderung.

Keimung in Zuckerlösung 2%.

Nach 8 Stunden Anfang zur Keimung bemerkbar. 6 Stunden später war seitlich ein Mycelfaden ausgewachsen, in welchen sämtlicher Inhalt der Spore überwanderte, so dass sie fast farblos erschien. Es keimten nur wenige der ausgesäten Sporen. Bei den in Zuckerlösung nicht ausgewachsenen Sporen war blos der Inhalt zu grösseren Tropfen zusammengetreten. Nach 24 Stunden war kein Wachstum mehr zu konstatieren. In allen übrigen Nährmedien war keine Keimung erfolgt. Mit demselben Resultate, wie die Sporen von Phragm. carbon. wurden die Sporen der unten folgenden Pilze untersucht. Bei keinem derselben erfolgte Keimung in blossem Wasser, sehr leicht und verhältnismässig rasch in Kandiszucker und Traubenzuckerlösung. Ebensowenig aber trat bei Anwendung von Mist-, Peptonlösung, Pepsin- od. Dextrin-Lösung Keimung ein. Die mir zur Verfügung gestandenen und untersuchten Sporen waren folgende:

Aecidiosporen von Puccinia suaveolens auf Cirsium arvense. Die Pflanze war ganz bedeckt mit den dicht gedrängten Spermogonien und enthielt noch ausserdem primäre Aecidien. Da die Spermatien im Verhältnis zu denen bei anderen sehr gross waren, versuchte ich auch diese durch Aussäen in verschiedene Nährmedien zum Keimen zu bringen, jedoch vergebens. In keiner der angewandten Lösungen war auch nur ein Anfang zu bemerken.

Sporen von Trachyspora Alchemillae, Per. auf Alchemilla vulgaris.

Uredosporen von Coleosporium Euphrasiae auf Melampyr. arvense zeigten ausser in Zuckerlösung auch in sehr verdünnter Mistlösung geringe Keimung, starben aber bald ab.

Aecidiosporen von Puccinia Bupleuri falcati auf Bupleurum falcatum. Keimung wie bei Phragm. carbon.

Aecidio- und Teleutosporen von Aecidium Euphorbiae auf Euphorbia Cyparissias L. Die Aecidiosporen keimten auch etwas in Wasser und trieben Mycelschläuche bis zum $4^1/_2$fachen ihres Durchmessers, in Zuckerlösung bis zum 12fachen. In Mistlösung blieben sie unverändert. Ebenso in den übrigen Nährmedien. Die Teleutosporen keimten gar nicht.

Sporen von Puccinia Malvacearum auf Malva silvestr. Keimung wie bei Phragm. carb.

Uredosporen von Puccinia Bistortae (Strauss) auf Polygon Bistorta. Keimung in Wasser sehr gering, in Zuckerl. wie bei Phragm. carbon.

Allgemeines über die Keimung der Uredineensporen.

Sporen von frisch gesammeltem Pilzmaterial keimten bei Gegenwart von Feuchtigkeit und Wärme (am besten bei ca. 18—24° C.) fast stets; Licht oder Dunkelheit scheinen gar keinen Einfluss auf die Keimung auszuüben Das Resultat und hauptsächlich die Raschheit der Keimung hängt von der Reife der Spore ab. Säte man frische Sporen aus, so konnte man in den meisten Fällen schon nach einigen Stunden im Innern derselben Veränderungen wahrnehmen, die in einem Zusammentreten des Inhalts zu öligen Tropfen bestanden. Lagen dieselben jedoch nur einige Tage an trockener Luft, so dass auch nur eine teilweise

Austrocknung des Inhalts stattfand, so verlangten sie schon eine längere Incubationszeit, d. h. die Zeit, welche bis zum Keimungsanfang verstrich, war von merklich längerer Dauer (sie betrug bis zu 14 Stunden).

Was die Keimung in den verschiedenen Lösungen betrifft im Vergleiche zu der in reinem Wasser, so ist ein nicht geringer Unterschied sowohl in der Art und Weise der Keimung als auch in der Ueppigkeit und Stärke der einzelnen ausgekeimten Teile unverkennbar. Während die meisten Sporen in Wasser allein oft erst nach 4 bis 12 Stunden einen Anfang zum Keimen zeigten, so konnte man in Zucker-, Mist- oder Peptonlösungen, die nicht zu koncentriert sein durften, in weit kürzerer Frist eine solche sehen, und wuchsen die einzelnen Teile rascher, länger und stärker heran, als in Wasser allein. Ein Blick auf die Figuren 12 u. 13 zeigen diesen Umstand am deutlichsten. Andererseits muss jedoch auch zugegeben werden, dass dieselben Formen, wie sie bei der Keimung in Wasser entstehen, sich auch in den übrigen Nährmedien sehr häufig wiederholen, und es wäre deshalb festzustellen, ob die Pilzsporen bei ihrer Keimung nur Wasser aufnehmen oder ob sie von den in den Nährlösungen dargebotenen Stoffen sich aneignen und zum Aufbau der Mycelfäden und Sporidien benützen. Für beide Ansichten könnte man Belege anführen, doch dürfte die letztere Ansicht die wahrscheinlichere sein. Wollte man für die erstere eintreten, so könnte man allerdings sagen, dass eine Vermehrung (wenigsens des gefärbten Inhalts) der Zellen nicht bemerkt wurde und dass das Wachstum mit dem Momente aufhörte, in welchem der Inhalt der Sporen ganz und gar in den neuen Mycelschlauch ausgetreten war. Ebenso war auch der Inhalt der bei der Keimung von Teleutosporen von Coleosp. Camp. und Senec. frisch gebildeten Sporidien ein aus der ursprünglichen Spore stammender und keineswegs neu-

gebildeter. Hiernach müsste man also annehmen, dass die raschere Keimung in Nährlösungen allein darauf zurückzuführen wäre, dass die in denselben befindlichen Salze oder chem. Stoffe auf die Sporenmembran insofern einwirken, als sie dieselbe für Wasser rascher durchgängig machten, quasi präparierten und eine reichlichere Aufnahme von solchen bewirkten, wodurch man sich die rascher erfolgende Keimung in Nährlösungen erklären könnte. Doch werden diese Beweise kaum haltbar sein, wenn man annimmt, dass die Sporen wirklich die dargebotene Nahrung wenigstens zum Teile verarbeiten und in Lösung (deshalb im Mikroskop nicht sichtbar) zum Wachstum und zur Bildung von Mycelschläuchen benützen. Effektiv werden ja auch die neu erzeugten Organe in künstl. Nährlösungen üppiger und länger, ein Umstand der sicher annehmen lässt, dass nicht nur Wasser, sondern auch feste Stoffe aufgenommen und verwendet wurden. Ein grosser Unterschied unter den in den verschiedenen Nährmedien unter sich erzeugten Formen konnte nicht stets beobachtet werden. jedenfalls ist er nicht so gross wie der bei der Keimung in Wasser allein einerseits und in der Keimung in Nährlösungen andererseits.

Dauer der Keimfähigkeit:

Von dem Pilzmaterial, das ich im Sommer selbst frisch gesammelt, bewahrte ich mir stets noch einen Teil auf, um konstatieren zu können, wie lange die Sporen noch keimfähig bleiben. Trotz allermöglichen Variationen der Nährlösungen, Temperatur, Reaktion etc. war ich nicht imstande, bei diesen auch nur einmal eine Keimung zu verzeichnen und glaube ich bestimmt, dass die Aecidio- und Uredosporen nach völligem Eintrocknen ihre Fähigkeit zu keimen einbüssen oder zum mindesten dieselbe in sehr hohem Grade gemindert wird, während ich von den Teleutosporen annehme, dass sie nach mehrmonatlicher Ruhe

wieder keimfähig sind. Sicher ist meines Erachtens, dass die Dauer der Keimfähigkeit sehr von der Art der Aufbewahrung abhängt. Jedenfalls habe ich an meinem selbstgesammelten Material den Fehler gemacht, dass ich es zu trocken aufbewahrte. Hermann Hoffmann hat schon im Jahre 1860 eine ähnliche Arbeit über die Keimung von Pilzsporen veröffentlicht und ebenfalls gefunden, dass dieselben ganz verschieden schnell keimten, indem einzelne bei trockener Aufbewahrung zn Grunde gingen, andere keimungsfähig blieben und umgekehrt. Jedenfalls wird es nie möglich sein von einem bestimmten Pilze eine genaue Zeit anzugeben, in der seine Sporen keimen müssen; ich habe z. B. selbst gefunden, dass die Sporen ein und desselben Pilzes einmal nicht zum Keimen zu bringen waren, während sie ein anderes Mal sofort keimten.

Ueber das Vorkommen von Sphaerotheca (Erysiphe) pannosa Lev. auf Verbena hybrida und die Keimung ihrer Sporen in verschiedenen Nährmedien.

Im Kalthause des hiesigen botan. Gartens fand ich eines Tages, dass eine grosse Anzahl nebeneinander stehender Exemplare von Verbena hybrida von einem parasitischen Pilze befallen war, der auf den Blättern und Blattstielen wucherte, so dass sämmtliche inficierten Organe wie mit Mehl bestäubt aussahen. Der äussere Habitus des Pilzes liess ihn fast sicher als eine Erysiphe erkennen, doch fand ich weder bei de Bary noch in Rabenhorst's Kryptogamenflora, noch in Tulasne's Fungor. Carpolog. eine solche, die als auf dieser Pflanze vorkommend bezeichnet war. Die nähere Untersuchung zeigte auch, dass das ganze Pilzgeflecht genau wie bei den Erysipheen gespinnstartig, sowohl auf der Oberseite als auf der Unterseite des Blattes

und den Stengeln sich entfaltete, nach allen Seiten hin sich verästelnd Verzweigungen bildete.

In kurzen Intervallen erhoben sich Conidienketten von 8 bis 10 ovalen Conidien senkrecht in die Höhe und waren auf der Blattoberfläche so viele schon abgeschnürt, dass die befallenen Teile weiss bestäubt erschienen.

Die mikroskopische Untersuchung des Mycels ergab, dass die einzelnen Fäden desselben dicht auf den Epidermiszellen auflagen und von Zeit zu Zeit feine Haustorien durch die Zellwand derselben eindringen liessen. Das Bohrloch selbst ist äusserst fein, doch verdicken sich die Haustorien im Innern der Zelle blasenartig; die Anschwellung war sehr deutlich sichtbar, da sie sowohl auf dem Querschnitt durch das Blatt, als auf der abgezogenen Epidermis von oben betrachtet etwas dunkler gefärbt erschien, als der übrige Zellinhalt. Obwohl die Haustorien sehr deutlich vorhanden waren, so bedurfte es doch einiger Uebung sie sofort als solche zu erkennen; denn fürs erste trennen sich die Mycelschläuche fast immer von den äusserst dünnen Haustorien los und erscheinen in Folge dessen auf den mikroskop. Schnitten meist ohne dieselben, fürs zweite besitzt die Pflanze Drüsen, die bei ungenügender Vergrösserung ähnlich aussehen, bei stärkerer dagegen sofort als vierzellige Organe sich erweisen. Oefters fand ich im Innern einer Epidermiszelle 2 bis 3 derartiger blasig angeschwollener Haustorien, die, wie deutlich zu erkennen war, aus mehreren an dieser Stelle sich kreuzenden Mycelfäden entsprangen. Ein weiteres Eindringen des Pilzes in das Blattgewebe fand nicht statt. Der oben angeführten Beschreibung nach konnte der Pilz nichts anderes sein als Erysiphe oder Sphaerotheca pannosa (Lev.) und wurden zum Vergleiche eine Anzahl aus dem Herbarium des hies. botan. Institutes und ebenso die sehr stattliche Zahl der von Tulasne so meisterhaft

beschriebenen und vortrefflich gezeichneten Erysipheen herbeigezogen. Das Resultat dieser Vergleichung ergab auch stets die Identität des fragl. Pilzes mit Sphaerotheca pannosa, die bis jetzt, wie schon erwähnt, nur als auf Rosa und Persica vorkommend bezeichnet war. Wohl sind die Verbenaceen sehr weit entfernt, mit den Rosaceen verwandt zu sein, doch darf uns das nicht abhalten, doch daran zu glauben, dass Sphaerotheca pannosa es ist, die ich hier auf einer Verbenacee gefunden, und verweise ich nur auf das, was sowohl de Bary als Leveillé hierüber angeben, nämlich dass zwar sehr viele Erysipheen auf eine gewisse Anzahl naher Verwandter einer Gattung oder Familie angehörenden Nährspecies angewiesen seien, doch erscheinen manche (Erysipheen) auf verschiedenen und weit auseinanderstehenden Familien.

Der ganze Habitus des Pilzes im Allgemeinen, speciell die Art der Anheftung auf der Wirtspflanze, die blasenartige Verdickung der Haustorien stimmt so genau mit Spaerotheca pannosa überein, dass es ausser allem Zweifel ist, dass letztere (vielleicht von einer in der Nähe gestandenen und inficierten Rosa oder Persica) auf Verbena hybrida übergegangen ist. Im Gewächshause selbst waren weder inficierte Rosen noch Persica und scheint doch die Pflanze während des Sommers, so lange sie im Freien gestanden, angesteckt worden zu sein. Als einen Hauptbeleg, der dafür spricht, dass es Sphaerotheca pannosa ist, sehe ich auch den Umstand an, dass mehrere Autoren, speziell Rabenhorst und Leveillé stets bei Sphaeroth. pannos. das vorwiegende und häufigere Auftreten der Conidienform der Sporen betonen. Leveillé der die Peritheciенform „conceptacles“ nennt, führt über das Auftreten dieser (in den Annales sc. natur. III. Ser. Tom. XV pag. 138) wörtlich Folgendes an. Les conceptacles ne se developpent que très tard: ils sont petits, d'abord globuleux, puis ils

se dépriment; cachés dans l'épaisseur du tissu byssoide on ne les voit qu'en écartant les fibres qui les composent.

Nachdem ich auf Verbena hybrid. die Perithecienform nicht gefunden, kann ich annehmen, dass im vorliegendem Falle dieselben noch nicht entwickelt seien, da der Pilz erst seit 6 bis 8 Wochen auf der Pflanze wucherte.

Die Conidien von Sphaerotheca pannosa und ihre Keimung.

Die Conidien von Sphaerotheca pannosa bestehen aus einzelligen hyalinen Sporen, welche reihenweise an aufrechtstehenden Trägern meist 8 bis 10 abgeschnürt werden. Bei starker Vergrösserung zeigen sie eine doppelte, scheinbar sehr zähe und gegen Reagentien (H_2SO_4 conc. u. KOH) sehr widerstandsfähige Zellwand. Lässt man Glycerin unter das Deckglas fliessen, so wird die an und für sich farblose Zellmembran vollständig durchsichtig, so dass man den blasen- resp. kugelförmigen, ebenfalls farblosen Inhalt deutlich erkennen kann. Durch Einwirkung von conc. H_2SO_4 vereinigen sich die den Inhalt darstellenden Blasen oder Kugeln und füllen den ganzen inneren Raum der Spore aus, so dass es den Anschein hat, als wäre sie blos mit Wasser angefüllt.

Fügt man zu den Conidien, die einige Sekunden in conc. H_2SO_4 gelegen, Jodlösung zu, so tritt plötzlich das Plasma von der Zellwand zurück und der Inhalt erscheint als gleichmässige, körnig-braungefärbte Masse, die an dem Punkte, wo sich der Zellkern befindet, etwas dunkler schattiert ist. Die Zellwand selbst scheint nicht ganz schwach gefärbt zu werden, doch hebt sie sich im Bilde deutlich ab.

Auffallender Weise zeigten aber nicht alle Conidien dasselbe Verhalten, indem manche trotz Jod und

H_2SO_4 vollständig farblos blieben. Bei diesen letzteren war kein Inhalt zu sehen und hatte dieser sich entweder bereits entleert oder war bei ihnen gar keiner gebildet worden. Letzteres scheint das Wahrscheinlichere zu sein, da eine Verletzung der Zellmembran nicht beobachtet wurde. Da es nicht ein geringer Prozentsatz war unter den untersuchten Sporen, und auch von den ausgesäten Sporen weit aus der grösste Teil nicht keimte, so kann ich mich nicht enthalten die Vermutung auszusprechen, dass gerade diese leeren Sporen es sind, die bei der Aussaat keine Keimung zeigen. Beim Färben der Sporen mit Methylgrünessigsäure lässt sich stets ein Zellkern erkennen, der sich bald bei der einen Spore oben, bald bei anderen in der Mitte befindet. Da auf dem inficierten Exemplare von Verbena hybrida nur die Conidienform des Pilzes gefunden wurde und derselbe sich trotzdem sehr rasch von Exemplar zu Exemplar verpflanzte, so wäre anzunehmen gewesen, dass der Grund dieser raschen Vermehrung vielleicht in der leichten Keimfähigkeit dieser Conidien zu suchen wäre, und habe ich mich deshalb mit der Untersuchung derselben eingehender beschäftigt. Wohl schreibt de Bary, der die Erysipheen und deren Keimung spezieller behandelte, in seinem Beitr. z. Morpholat u. Biolog d. Pilze (1870 Bd. III), dass es „allbekannt und kinderleicht“ sei zu beobachten, wie die Conidiensporen der Erysipheen, wenn das Exemplar nicht allzu alt ist, Mycelschläuche austreiben, doch dürften wir es hier mit einer Ausnahme zu thun haben, indem es mir nur mit Mühe gelang eine Keimung zu erhalten, und stellte ich um die Einwirkung verschiedener chem. Stoffe auf die Keimung zu prüfen, eine Reihe von Versuchen an. Zunächst prüfte ich die Keimung in destill. u. Brunnen-Wasser bei Zimmertemperatur (17° C.) sowie bei gesteigerter (30° C.). Ein Unterschied der Keimung in destilliertem und gewöhnl. Wasser tritt nicht hervor.

Im Innern von Nährlösungen sowie bei vollständig untergetauchten Sporen ist Keimung immer ausgeblieben, am besten keimten sie am äussersten Rande der Flüssigkeit oder in mit Wasserdunst gesättigtem Raume, ein Beweis dass dieselben zur Keimung des Sauerstoffes der Luft absolut bedürfen. Die weiteren Untersuchungen erstreckten sich auf die Nährlösungen. Es kamen zur Verwendung: Traubenzucker-, Kandiszucker-Lösung, Mistdekokt, Fleischextract, Pepton, Pepsin, Dextrin, Asparagin, Abkochung des natürl. Substrates des Pilzes, ferner Ammonsalze (Nitrat, Carbonat, Phosphat) Kalk und Calciumsalze (Nitrat, Phosphat und von Ca. noch apfelsaurer Kalk) und diese Lösungen selbst wurden variirt, insofern sie sowohl neutral, als alcalisch und sauer zur Verwendung kamen. Ausserdem wurden bei sämtlichen aufgeführten Lösungen Aussaaten bei 17° C. und 30° C., bei Tageslicht, im blauen Licht (mit Kupferoxyd-Ammoniaklösung gefüllten Glasglocken) und in gelbrotem Lichte (durch Kaliumchromatlösung fallendes Licht) versucht. Der Einfluss dieser genannten chem. Stoffe ist ein wesentlich verschiedener. Jedenfalls ist fesstehend, dass ein Ueberschuss von Säuren, ebenso ein starker Ueberschuss von Alkalien, Abschluss von Sauerstoff, zu starke Concentration der Lösungen etc. eine hemmende Wirkung auf die Keimung der Sporen ausübt. So z. B. erfolgte in salz- od. salpetersaurer u. essigsaurer Lösung nie Keimung, dagegen eine verhältnismässig gute in gewissen Lösungen von neutraler od. ganz schwach alkalischer Reaktion z. B. Traubenzucker, Kandiszucker, Pepsin, Mistlösung, Fleischextrakt, Pepton, Dextrin, Asparagin, Ammonitrat, Ammoncarbonat und Phosphat, Kaliumphosphat und Kalkphosphat sowie apfelsaurer Kalk. Dagegen erfolgte bei folgenden anorganischen Salzen g a r keine Keimung: Kaliumnitrat, Calciumnitrat, Natriumchlorat. Am günstigsten war stets Mistdekokt für die Keimung der Sporen von Sphaerotheca pannosa.

Einfluss der Wärme:

Alle aufgeführten Lösungen wurden wie schon erwähnt, gleichzeitig in Zimmertemparatur (ca. 17° C.) sowie bei 30° C. ausgeführt, und zeigte die Untersuchung, dass die Erhöhung der Temperatur eine Wachstumsteigerung stets zur Folge hatte, nicht aber eine Veränderung der Gestalt der Hyphenfäden. Bei niedererer als Zimmertemperatur (ca. 6—8° C.) war nur ganz geringes Wachstum zu konstatiren.

Einfluss des Lichtes:

Licht oder Dunkelheit, sowie blau oder gelbrothe Strahlen scheinen gar keinen Einfluss auf das Wachstum auszuüben. Die Resultate blieben in verschiedenem Lichte immer dieselben.

Einfluss der Elektricität:

Da in kürzester Zeit darüber geschrieben wurde, dass ein schwacher electrischer Strom bei Phanerogamensamen von keimungsfördernder Wirkung sein soll, wollte ich auch dieses Mittel hier nicht unversucht lassen, obwohl ich mir von vornherein einen günstigen Erfolg nicht versprach. Zu diesem Zwecke verteilte ich mehrere Oesen voll Sporen in einem Kochkölbchen mit Wasser und legte ausserdem noch inficirte Blätter von Verbena hybrida dazu.

Aus einem Danielschen Element leitete ich während 4 Stunden mittelst zweier Eisendräthe den schwachen Strom ein und säte die Sporen wieder unter denselben Bedingungen wie früher in den verschiedenen Nährlösungen aus, um eine etwaige Abweichung in der Art der Keimung konstatieren zu können. Die Keimung erfolgte in genau derselben Weise wie früher.

Auf festem Nährboden keimten die Sporen ebenfalls, jedoch darf keine Nährgelatine zur Verwendung kommen, die Kochsalz als Bestandtheil enthält. Am zweckmässigsten werden die Sporen mittelst eines

Pinsels auf dieselbe aufgestrichen. Anfangs hatte ich sie in der flüssig gemachten Gelatine zerteilt und ausgegossen, dadurch wurden die Sporen von Gelatine eingeschlossen und konnten in Folge von Sauerstoffmangel nicht keimen.

Ziehe ich einen Vergleich über die verschiedenen Formen der Mycelschläuche, die in Wasser einerseits und Nährlösungen andrerseits erschienen sind, so ist bemerkenswert, dass der Mycelfaden anfangs im Wasser vorherschend in fast kugeliger Form austrat und allmählig sich streckte, doch nicht so lang wurde wie in Nährlösungen im allgemeinen. Das Wachstum in beiden war bereits nach 4, höchstens 5 Tagen vollständig sistiert, obwohl der kugelige, hyaline Inhalt der Conidie in keinem einzigen Falle vollständig resorbiert war.

Im ersten Hefte der Botanisch. Zeitg. 1894 veröffentlichte Dr. Manabu Miyoshi einen grossen Aufsatz über Chemotropisums der Pilze, worin er durch sehr zahlreiche Versuche nachgewiesen, dass eine Reihe von chem. Stoffen eine gewisse Anziehung auf den keimenden resp. wachsenden Pilz ausübt, während eine Anzahl andrer eine abstossende (repulsive) Kraft äussert. Die Eigenschaft der Anziehung der Pilzhyphen hat er den positiven, die der Abstossung den negativen Chemotropismus genannt. Uebereinstimmend mit den Versuchen von Dr. Manabu Miyoshi habe ich auch im Verlaufe meiner Arbeit, sowohl früher schon bei der Keimung der Uredineensporen, als auch speziell bei der Keimung der hier ausführlicher beschriebenen Sporen von Sphaerotheca pannosa gefunden, dass die Nährlösungen, welche als Beigabe die von Dr. Manabu Miyoshi als negativ chemotropisch bezeichneten Stoffe enthalten, sich stets als ungünstig für die Keimung der Sporen gezeigt haben, und zwar gilt dies insbesondere, wie auch oben schon angeführt von Lösungen, die freie Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure, freies

Alkali (KOH und NaOH, Ca $(OH)_2$ schon von $^1/_2$ % an), Kalium-Natrium- und Calciumnitrate enthalten, und schliesslich auch von Lösungen positiv chemotropischer Stoffe, die zu concentrirt angewandt wurden (z. B. Traubenzucker, Rohrzucker von 30 % an). Mit weniger positiven Resultaten als de Bary scheint sich im letzten Jahre M. Büsgen beschäftigt zu haben mit der Keimung von Erysipheenconidien, indem er (in der Botan. Ztg., Heft III und IV, im April 1893) schreibt: „Die Conidien keimen zwar in Wasser und Gelatine, aber die Keimlinge gelangten in meinen Culturen nur zu unbedeutender Entwicklung". Dasselbe ist auch in diesem eben beschriebenen Falle von den Conidien von Sphaerotheca pannosa zu sagen, in dem die längsten Mycelschläuche, die im Mistdekokt erreicht wurden, höchstens zur 3- bis 4fachen Länge der Sporen selbst auswuchsen.

Allgemein sagt zum Schlusse derselbe Verfasser über die Erysipheen: „Es darf geschlossen werden, dass auch bei den Erysipheen zur Entwicklung der Infectionsfäden ein Ernährungsreiz nothwendig ist, der in der Natur nur von der Wirtspflanze ausgehen kann."

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
sp
sp
sp
ep
ep
11.
a
b
c
d
12.
a
b
b
b
d
d
c
d
b
d
b
13.
14.
h
h
m
H

Erklärung der Tafel.

Aecidium Ficariae.

Fig. 1 und 2 Sporen nach mehrtägigem Keimen in Wasser.

Fig. 3 nach 5stündigem Liegen in Mistdekokt.

Fig. 4 solche nach 11 Stunden in demselben.

Fig. 5 nach 11 Stunden in 2%iger Kandiszuckerlösung.

Fig. 6 Sporen von Aecid. Ficariae in einer Abkochung von Blättern der Wirtspflanze (Ranunc. Ficariae.)

Coleosporeum Campanulae.

Fig. 7 Teleutosporen nach 12 Stunden in Wasser mit abgeschnürten Sporidien.

Fig. 8 Teleutosporen in Zuckerlösung gekeimt.

Fig. 9 Sporidien in Zuckerlösung ausgekeimt, wovon 3 sekundäre Sporidien abgeschnürt.

Fig. 10 Querschuitt eines mit Coleospor. Senecion. inficierten Blattes von Senecio silvatic., an welchem nach 15stündigem Liegen in Wasser, das selbst eine Anzahl inficierter Senecio.-Blätter enthielt, die Teleutosporen ausgekeimt sind. Dieselben treiben ihre Mycelschläuche bei ep. durch die Epidermis des Blattes und schnüren am Ende an der sogen. Sterigma Sporidien ab.

Fig. 11 Teleutosporen von Col. Senecionis bedeutend vergrössert. Bei

Fig. a ist eine Zelle der Teleutosporen ausgekeimt.

„ b sind zwei Zellen der „ „

„ c „ drei „ „ „ „

„ d „ vier „ „ „ „

Fig. 12. Fig. a abgeschnürte Sporidie von Coleosp. Senec. Fig. b, c, d nach 12stündigem Keimen in Wasser. Figuren d mit sekundärer Sporidie.

Fig. 13. Sporidien sämtl. nach 12stündigem Keimen in 2 %iger Zuckerlösung.

Fig. 14. Fig. b Querschnitt durch das Blatt von Verbena hybrida bei h die Haustorien, m in Mycelfaden mit Conidienträger, H. Blatthaar.

Vita.

Am 11. Januar 1867 wurde ich zu Rottweil a/N. (Württemberg) als der Sohn des jetzigen Privatier Ferdinand Rauch und seiner Gattin Antonia geb. Knupfer geboren. Ich besuchte das Gymnasium zu Ravensburg bis zum Jahr 1884 und absolvierte darauf die dreijährige Apothekerlehre bei Herrn Apotheker Richard Blezinger, dem ich gerne hier noch für die ersten botanischen Anregungen meinen Dank ausspreche. Darauf bezog ich nach dreijähriger Condition im In- und Auslande die Universität München im Wintersemester 1890. Anfang des 4. Semesters bestand ich mein pharmaceutisches Staatsexamen und studierte darauf ein Semester in Giessen und zwei Semester in Erlangen Botanik, Chemie und Physik.

Ich hörte unter andern die Vorlesungen von den Herren Professoren Radlkofer, Goebel, Reess, Hansen, v. Bayer, v. Pechmann, v. Lommel und besuchte die Praktika der Herren Professoren v. Bayer, Radlkofer, Buchner, Hansen, Reess, Wiedemann und das bakteriologische Praktikum von Herrn Professor Hauser in Erlangen.

Allen meinen verehrten Lehrern spreche ich meinen besten Dank aus.